

**WO 02/27280 A2**

**Erklärungen gemäß Regel 4.17:**

- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii) für die folgenden Bestimmungsstaaten JP, KR, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR)
- Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US

**Veröffentlicht:**

- ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

## Beschreibung

Verfahren und Vorrichtung zum Bestimmen des Füllstandes einer Flüssigkeit in einem Behälter

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Bestimmen des Füllstands einer Flüssigkeit, insbesondere für ein in einem Behälter gespeichertes und in einem Kraftfahrzeug mitgeführtes Reduktionsmittel zur Abgasnachbehandlung bei einer Brennkraftmaschine.

Die Verminderung der Stickoxidemission einer mit Luftüberschuss arbeitenden Brennkraftmaschine, insbesondere einer Diesel-Brennkraftmaschine kann mit Hilfe des SCR-Verfahrens (Selektive katalytische Reduktion) zu Luftstickstoff ( $N_2$ ) und Wasserdampf ( $H_2O$ ) erfolgen. Als Reduktionsmittel können beispielsweise gasförmiges Ammoniak ( $NH_3$ ), Ammoniak in wässriger Lösung oder Harnstoff in wässriger Lösung eingesetzt werden. Der Harnstoff dient dabei als Ammoniakträger und wird mit Hilfe eines Dosiersystems vor einem Hydrolysekatalysator in das Auspuffsystem eingespritzt, dort mittels Hydrolyse zu Ammoniak umgewandelt, der dann wiederum in dem eigentlichen SCR-Katalysator, vielfach auch als DeNOx-Katalysator bezeichnet, die Stickoxide reduziert.

25

Ein solches, mit flüssigem Reduktionsmittel arbeitendes Abgasnachbehandlungssystem weist als wesentliche Komponenten einen Reduktionsmittelbehälter, eine Pumpe, einen Druckregler, einen Drucksensor, ein Dosierventil und die nötigen Verbindungsleitungen auf. Die Pumpe fördert das in dem Reduktionsmittelbehälter bevorratete Reduktionsmittel zu dem Dosierventil, mittels dessen das Reduktionsmittel in den Abgasstrom stromaufwärts des Hydrolysekatalysators eingespritzt wird. Das Dosierventil wird über Signale einer Steuereinrichtung derart angesteuert, dass abhängig von Betriebsparametern der Brennkraftmaschine eine bestimmte, aktuell nötige Menge an Reduktionsmittel zugeführt wird (DE 197 43 337 C1).

35

- Zur Sicherstellung der kontinuierlichen Verfügbarkeit einer solchen SCR-Abgasnachbehandlungsanlage ist eine zuverlässige Überwachung des Füllstandes im Reduktionsmittelbehälter nötig. Sinkt der Füllstand unter einen vorgegebenen Wert, so soll der Fahrer des Kraftfahrzeuges optisch und/oder akustisch darauf aufmerksam gemacht werden, den Behälter z.B. im Rahmen des nächsten Tankstopps wieder zu füllen. Für diverse Anwendungen soll es auch möglich sein, aus einer Veränderung des Füllstandes auf einen Verbrauch an Reduktionsmittel zu schließen, um eine verbesserte Steuerung des SCR-Verfahrens oder eine Diagnose des zugehörigen Dosiersystems zu ermöglichen.
- 15    Herkömmliche Systeme für Füllstandsgeber mit Schwimmer und Potentiometer wie sie für Kraftstofftanks üblicherweise eingesetzt werden, sind für die Anwendung in wässriger Harnstofflösung wegen der Leitfähigkeit der Flüssigkeit, der Korrosivität und der Kristallisation beim Austrocknen problematisch.

- In bisher existierenden Systemen wird der Füllstand durch Messung des elektrischen Widerstandes zwischen zwei gut leitfähigen Elektroden (Edelstahlstäbe) bestimmt. Der elektrische Widerstand ergibt sich aus der begrenzten Leitfähigkeit der Reduktionsmittellösung zwischen den Elektroden. Somit ist der elektrische Widerstand prinzipiell indirekt proportional zur Eintauchtiefe der Elektroden. Da die Leitfähigkeit der Reduktionsmittellösung von der Konzentration, Temperatur und chemischer Zusammensetzung (Anteil freien Ammoniaks in der Lösung bei Verwendung von wässriger Harnstofflösung) abhängt, wird die Leitfähigkeit zusätzlich mit füllstandsunabhängigen Referenzelektroden gemessen, um aus dem Verhältnis der Messwerte von Referenz- und Füllstandselektroden den Tankfüllstand zu berechnen. Der relativ große Variationsbereich der Leitfähigkeit erfordert einen großen Messbereich in der Aus-

wertelektronik, wodurch die Auflösung und die Genauigkeit der Messung eingeschränkt werden (DE 198 41 770 A1).

5 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung anzugeben, mit dem bzw. mit der auf einfache Weise der Füllstand einer elektrisch leitenden Flüssigkeit in einem Behälter ermittelt werden kann.

10 Diese Aufgabe wird für das Verfahren durch die Merkmale des Patentanspruches 1 und für die Vorrichtung durch die Merkmale des Patentanspruches # gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

15 Um trotz der eingeschränkten Genauigkeit des bisherigen Sensorprinzips, an den kritischen Füllstandspunkten eine zuverlässige Anzeige zu erreichen, wird darauf verzichtet, den Füllstand im Behälter über den gesamten Bereich kontinuierlich zu messen. Die Elektroden für die Füllstandsmessung werden vielmehr so ausgebildet, daß sich der Messwert sprunghaft ändert, wenn bestimmte Grenzwerte des Füllstandes über-  
20 bzw. unterschritten werden. Diese Messwertsprünge können ohne hohe Anforderungen an die Messgenauigkeit zuverlässig erkannt werden. Als solche Grenzwerte werden sinnvollerweise die Zustände "voller Behälter", "Mindestfüllstand im Behälter" und "leerer Behälter" definiert.

25 Dies hat den Vorteil, dass eine einfache Dimensionierung der Sensorelektroden genügt und es müssen keine hohen Anforderungen an die Genauigkeit der Oberflächen der Elektroden gestellt werden. Durch die hohe Messgenauigkeit an den definierten Punkten, ermöglicht eine Selbstkalibrierfähigkeit der  
30 Dosiermenge an Reduktionsmittel.

Wenn sichergestellt werden kann, daß beim Nachtanken von Reduktionsmittel der Füllstand den Grenzwert "voller Behälter" erreicht, kann selbst eine kontinuierliche Füllstandsan-

zeige mit höherer Genauigkeit erreicht werden als mit dem bisher bekannten System mit kontinuierlicher Messung.

Die beschriebene Lösung vereint die Genauigkeitsvorteile von Grenzwertschaltern mit den Vorteilen einer kontinuierlichen Füllstandsanzeige. Dazu wird das mechanisch einfache Prinzip der Leitfähigkeitsmessung mit den Möglichkeiten welche ein Steuerrechner in dem Dosiersteuergerät bietet, kombiniert und somit eine genaue und kontinuierliche Füllstandsanzeige ermöglicht, welche zudem, wegen der absolut stabilen Grenzwert-erkennung, eine Eigenkalibrierung der Reduktionsmitteldosierung ermöglicht.

Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

15

Figur 1 eine Blockdarstellung einer Brennkraftmaschine mit zugehöriger Abgasnachbehandlungsanlage, bei der die Vorrichtung und das Verfahren zur Füllstandsbestimmung eingesetzt wird und

20

Figur 2 eine schematische Darstellung eines Behälters mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung

In Figur 1 ist in Form eines Blockschaltbildes sehr vereinfacht eine mit Luftüberschuß betriebene Brennkraftmaschine mit einer ihr zugeordneten Abgasnachbehandlungsanlage gezeigt. Dabei sind nur diejenigen Teile dargestellt, die für das Verständnis der Erfindung notwendig sind. Insbesondere ist auf die Darstellung des Kraftstoffkreislaufes verzichtet worden. In diesem Ausführungsbeispiel ist als Brennkraftmaschine eine Dieselmotorkraftmaschine gezeigt und als Reduktionsmittel zum Nachbehandeln des Abgases wird wässrige Harnstofflösung verwendet.

Der Brennkraftmaschine 1 wird über eine Ansaugleitung 2 die zur Verbrennung notwendige Luft zugeführt. Eine Einspritzanlage, die beispielsweise als Hochdruckspeichereinspritzanlage (Common rail) mit Einspritzventilen ausgebildet sein kann, die Kraftstoff KST direkt in die Zylinder der Brennkraftmaschine 1 einspritzen, ist mit dem Bezugszeichen 3 bezeichnet. Das Abgas der Brennkraftmaschine 1 strömt über eine Abgasleitung 4 zu einer Abgasnachbehandlungsanlage 5 und von diesem über einen nicht dargestellten Schalldämpfer ins Freie.

Zur Steuerung und Regelung der Brennkraftmaschine 1 ist ein an sich bekanntes Motorsteuergerät 6 über eine hier nur schematisch dargestellte Daten - und Steuerleitung 7 mit der Brennkraftmaschine 1 verbunden. Über diese Daten - und Steuerleitung 7 werden Signale von Sensoren (z.B. Temperatursensoren für Ansaugluft, Ladeluft, Kühlmittel, Lastsensor, Geschwindigkeitssensor) und Signale für Aktoren (z.B. Einspritzventile, Stellglieder) zwischen der Brennkraftmaschine 1 und dem Motorsteuergerät 6 übertragen.

Die Abgasnachbehandlungsanlage 5 weist einen Reduktionskatalysator 8 auf, der mehrere in Reihe geschaltete, nicht näher bezeichnete Katalysatoreinheiten beinhaltet. Stromabwärts und/oder stromaufwärts des Reduktionskatalysators 8 kann zusätzlich je ein Oxidationskatalysator angeordnet sein (nicht dargestellt). Ferner ist ein Dosiersteuergerät 9 vorgesehen, das einem Reduktionsmittelvorratsbehälter, im nachfolgenden vereinfacht als Behälter 10 bezeichnet, mit einer elektrisch ansteuerbaren Reduktionsmittelpumpe 11 zum Fördern des Reduktionsmittels zugeordnet ist. Die Reduktionsmittelpumpe 11 kann auch innerhalb des Behälters 10 angeordnet sein.

Als Reduktionsmittel dient in diesem Ausführungsbeispiel wässrige Harnstofflösung, die in dem Behälter 10 gespeichert ist. Dieser weist eine elektrische Heizeinrichtung 12 und Sensoren 13,14 auf, welche die Temperatur der Harnstofflösung

bzw. den Füllstand im Behälter 10 erfassen. An das Dosiersteuergerät 9 werden außerdem noch die Signale eines stromaufwärts des Reduktionskatalysators 8 angeordneten Temperatursensors und eines stromabwärts des Reduktionskatalysators 8 angeordneten Abgasmessaufnehmers, z.B. eines NOx-Sensors übergeben (nicht dargestellt).

Das Dosiersteuergerät 9 steuert ein elektromagnetisches Dosierventil 15 an, dem bedarfsweise über eine Zuführungsleitung 16 Harnstofflösung mit Hilfe der Reduktionsmittelpumpe 11 aus dem Behälter 10 zugeführt wird. In die Zuführungsleitung 16 ist ein Drucksensor 18 eingefügt, der den Druck im Dosiersystem erfaßt und ein entsprechendes Signal an das Dosiersteuergerät 9 abgibt. Die Einspritzung der Harnstofflösung mittels des Dosierventiles 15 erfolgt in die Abgasleitung 4 stromaufwärts des Reduktionskatalysators 8.

Im Betrieb der Brennkraftmaschine 1 strömt das Abgas in der eingezeichneten Pfeilrichtung durch die Abgasleitung 4.

Das Dosiersteuergerät 9 ist zum gegenseitigen Datentransfer über ein elektrisches Bussystem 17 mit dem Motorsteuergerät 6 verbunden. Über das Bussystem 17 werden die zur Berechnung der zu dosierenden Menge an Harnstofflösung relevanten Betriebsparameter, wie z.B. Maschinendrehzahl, Luftmasse, Kraftstoffmasse, Regelweg einer Einspritzpumpe, Abgasmassenstrom, Betriebstemperatur, Ladelufttemperatur, Spritzbeginn usw. dem Dosiersteuergerät 9 übergeben.

Ausgehend von diesen Parametern und den Meßwerten für die Abgastemperatur und dem NOx-Gehalt berechnet das Dosiersteuergerät 9 die einzuspritzende Menge an Harnstofflösung und gibt über eine nicht näher bezeichnete elektrische Verbindungsleitung ein entsprechendes elektrisches Signal an das Dosierventil 15 ab. Durch die Einspritzung in die Abgasleitung 4 wird der Harnstoff hydrolysiert und durchmischt. In den Katalysa-



toreinheiten erfolgt die katalytische Reduktion des NO<sub>x</sub> im Abgas zu N<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>O.

- Das Dosierventil 15 zum Einbringen der Harnstofflösung in die Abgasleitung 4 entspricht weitgehend einem üblichen Niederdruck-Benzineinspritzventil, das z.B. in eine mit einer Wandung der Abgasleitung 4 fest verbundenen Ventilaufnahmevorrichtung lösbar befestigt ist.
- 10 Die Figur 2 zeigt in Schnittdarstellung den Behälter 10 zur Bevorratung von wässrigem Reduktionsmittel 19, wie beispielsweise Harnstofflösung, wobei nur die zur Bestimmung des Füllstandes notwendigen Komponenten dargestellt sind. Insbesondere sind Zuführ- und Abführöffnungen für das Reduktionsmittel 19, die zur Förderung des Reduktionsmittels eingesetzte Reduktionsmittelpumpe, Filter und die zugehörigen Verbindungsleitungen nicht gezeigt.

- Der Behälter 10 ist vorzugsweise aus einem elektrisch schlechtleitenden oder nichtleitenden Material gefertigt, beispielsweise aus Kunststoff und ist innerhalb des Fahrzeuges entweder frei zugänglich eingebaut oder es ist nur die Einfüllöffnung des Behälters 10 für den Fahrer zugänglich. Ist der Behälter 10 in dem Fahrzeug an einer Stelle eingebaut, die sicherstellt, dass zumindest eine seiner Seitenwandungen sichtbar ist, so ist es zweckmäßig, ein durchsichtiges Material für den Behälter 10 zu wählen, da dann zusätzlich eine optische Kontrolle des Füllstandes ermöglicht wird.

- Des weiteren ist es möglich, den Behälter 10 auch aus Metall, beispielsweise aus Aluminium zu fertigen. Dabei muß aber sichergestellt sein, dass Wandungen des Behälters 10 als zusätzliches Massepotential keinen zu großen Einfluß auf die Füllstandsmessung ausüben.

An der Oberseite des Behälters 10 ist ein Trägerteil 101 angeordnet, das vorzugsweise lösbar an dem Behälter 10 befestigt ist.

tigt ist und zur Halterung und gegenseitiger elektrischer Isolierung von zur Füllstandsmessung verwendeter Elektroden dient. Im einzelnen sind dies eine Füllstandselektrode 141, eine Referenzelektrode 142 und eine gemeinsame Bezugselektrode 143.

Die genannten Elektroden 141, 142, 143 sind aus identischem, ausreichend gut elektrisch leitendem und reduktionsmittelresistentem Material gefertigt, beispielsweise aus Edelstahl oder aus einem elektrisch leitenden Kunststoffmaterial. Es muss lediglich sichergestellt sein, dass der elektrische Widerstand der Elektroden 141, 142, 143 deutlich geringer ist als der elektrische Widerstand des Reduktionsmittels zwischen zwei zur Messung benutzten Elektroden.

Ferner weisen die Elektroden 141, 142, 143 jeweils stabförmige Gestalt gleichen Querschnitts, aber unterschiedliche Längen innerhalb des Behälters 10 auf. Sie verlaufen ausgehend von dem Trägerteil 101 jeweils parallel zueinander innerhalb des Behälters 10.

Die Füllstandselektrode 141 ist auf dem Großteil ihrer Länge mit einem elektrisch isolierenden Material 1411 umhüllt. An einem dem Trägerteil 101 zugewandten oberen Bereich 1412 und an ihrem, dem Behälterboden zugewandten freien Endbereich 1413 ist kein solches isolierendes Material 1411 aufgebracht, so dass in diesen Bereichen 1412, 1413 ein bei entsprechenden Füllständen, ein elektrischer Kontakt zum Reduktionsmittel möglich ist.

Die Referenzelektrode 142 ist ausgehend von dem Trägerteil 101 ebenfalls mit einem elektrisch isolierenden Material 1411 umgeben und verläuft somit isoliert bis zu einer Stelle nahe am Boden des Behälters 10, an der ein elektrisch isolierendes Trennelement 144 angeordnet ist, während das unterhalb des Trennelements 144 ragende freie Ende der Referenzelektrode 142 keine Isolierung trägt und somit bis zum Unterschreiten

eines entsprechend niedrigen Füllstandes FS4 ein elektrischer Kontakt zum Reduktionsmittel 19 möglich ist.

Das elektrisch isolierende Material 1411 für die Füllstandselektrode 141 und die Referenzelektrode 142 kann beispielsweise als Isolierschlauch, Isolierrohr ausgebildet sein oder diese Elektroden 141, 142 sind mit einem entsprechendem Material beschichtet oder umspritzt. Ferner ist es auch möglich, die beiden Elektroden 141, 142 als sogenannte Hohlelektroden in Form von Rohrstücken auszuführen, die zugleich die Funktion einer Zufuhr- bzw. Entnahmeleitung für das Reduktionsmittel übernehmen, wie es in der DE 198 42 484 A1 beschrieben ist.

Das Trennelement 144 spaltet das Gesamtvolumen des Behälters 10 in zwei Teilvolumina auf, wobei das zwischen dem Behälterboden, den Behälterseitenwänden und dem Trennelement 144 eingeschlossene Volumen, in dem die Referenzmessung erfolgt, dabei deutlich kleiner ist als das zwischen Trennwand 144, Behälterseitenwänden und Behälteroberseite eingeschlossene Volumen. Das Trennelement 144 kann wie in der Figur 2 dargestellt ist, als Platte oder Scheibe ausgebildet sein, die jeweils der Geometrie des Behälters 10 im Bodenbereich derart angepasst sind, dass eine gegenseitige Beeinflussung von Füllstandselektrode 141 und Referenzelektrode 142 vermieden werden kann. Ist das Trennelement 144 wie in der Figur 2 gezeigt, großflächig ausgebildet, so muß durch Aussparungen, Durchbrüche oder dergleichen sichergestellt sein, dass auch genügend Reduktionsmittel in das Volumen unterhalb der Trennwand 144 gelangen kann. In diesem, weitgehend abgetrennten Volumen kann in vorteilhafter Weise auch die Reduktionsmittelpumpe und ein der Reduktionsmittelpumpe vorgeschaltetes Filter oder Sieb angeordnet sein.

Zwischen der Füllstandselektrode 141 und der Referenzelektrode 142 ist eine Bezugselektrode 143 (Masseelektrode) angeordnet, welche die gemeinsame Gegenelektrode zur Füllstands-

elektrode 141 und zur Referenzelektrode 142 darstellt. Sie ist auf ihrer gesamten Länge frei von jeglichem elektrisch isolierendem Material und ragt durch das Trennelement 144 bis zum Boden des Behälters 10. Diese Bezugselektrode 143 liegt  
5 vorzugsweise mit ihrem Anschluß auf dem Massepotential des Dosiersteuergerätes 9. Die nicht näher bezeichneten Anschlüsse der Füllstandselektrode 141 und der Referenzelektrode 142 sind mit Eingängen des Dosiersteuergerätes 9 verbunden.

Für die Füllstandsmessung wird einerseits der elektrische Widerstand zwischen der Füllstandselektrode 141 und der Bezugselektrode 143 und andererseits der elektrische Widerstand zwischen der Referenzelektrode 142 und der Bezugselektrode 143  
10 gemessen und diese Werte in Beziehung gesetzt.

Um Elektrolyseprozesse in dem Reduktionsmittel 19 zu vermeiden, werden diese Messungen mit Wechselstrom ohne Gleichstromanteil durchgeführt. Für die nachfolgende Beschreibung der Messung wird vorausgesetzt, dass der elektrische Widerstand zwischen der Bezugselektrode 143 und der Füllstandselektrode 141, im folgenden als gemessener Widerstand  $R_{\text{mess}}$   
15 bezeichnet und der Widerstand zwischen Bezugselektrode 143 und der Referenzelektrode 142, im folgenden als Referenzwiderstand  $R_{\text{ref}}$  bezeichnet, jeweils gleich sind. Dies kann dadurch erreicht werden, dass bei identischem Querschnitt aller drei Elektroden 141, 142, 143 der keine Isolierung tragende  
20 obere Bereich 1412 und der untere Endbereich 1413 der Füllstandselektrode 141, sowie der untere Bereich der Referenzelektrode 142 jeweils gleiche Länge aufweisen. Damit ergeben sich gleiche Werte für deren Oberflächen und folgende Zustände hinsichtlich des Füllstandes können unterschieden werden:

30 Bei einem mit Reduktionsmittel 19 voll gefülltem Behälter 10, entsprechend Füllstand FS2, taucht sowohl der obere Bereich 1412 der Füllstandselektrode 141, als auch der untere Bereich 1413 der Füllstandselektrode 141 in das Reduktionsmittel 19 ein. Da dies aufgrund der gewählten konstruktiven Ausgestal-

tung der in das Reduktionsmittel 19 eintauchenden Elektrodenbereiche 1412, 1413 eine Parallelschaltung zweier gleicher elektrischer Widerstände darstellt, und bei vollem Behälter 10 auch der untere Bereich 1421 der Referenzelektrode 142 in das Reduktionsmittel 19 eintaucht, ist der Wert des gemessenen Widerstandes  $R_{\text{mess}}$  halb so groß wie der Wert des Referenzwiderstandes  $R_{\text{ref}}$ .

Ist der Füllstand FS1 im Behälter 10 unterhalb des oberen Bereiches 1412 der Füllstandselektrode 141, aber noch oberhalb des unteren Bereichs 1413 der Füllstandselektrode 141, so sind die beiden Messwerte  $R_{\text{mess}}$  und  $R_{\text{ref}}$  gleich. Sinkt das Reduktionsmittel im Behälter 10, unter den Bereich 1413 der Füllstandselektrode 141, sind also beide Bereiche 1412, 1413 nicht mit Reduktionsmittel benetzt, so ist der gemessene elektrische Widerstand sehr hoch, gleichbedeutend mit dem Isolationswiderstand (im Idealfall unendlich großer Widerstand). Dieser Füllstand wird als Mindestfüllstand FS3 bezeichnet.

Der Wert für den Mindestfüllstand FS3 und damit der lichte Abstand zwischen dem unteren Ende des Bereiches 1413 und dem Boden des Behälters 10 wird so festgelegt, dass bei Erreichen des Mindestfüllstandes FS3 im Behälter 10 noch immer so viel Reduktionsmittel 19 im Behälter 10 vorhanden ist, dass das Fahrzeug noch bis zum nächsten Tankstopp, bei dem ohnehin auch Kraftstoff nachgetankt werden muss, mit der Abgasnachbehandlungsanlage betrieben werden kann, selbst wenn das Fahrzeug erst kurz vor dem Unterschreiten des Mindestfüllstandes FS3 mit Kraftstoff betankt worden ist.

Wird kein Reduktionsmittel 19 nachgefüllt, so sinkt aufgrund der Dosierung des Reduktionsmittels 19 der Pegel im Behälter 10 weiter, bis auch zu einem bestimmten Zeitpunkt der untere Bereich 1421 der Referenzelektrode 142 nicht mehr in das Reduktionsmittel 19 eintaucht (Füllstand FS4). Auch dieser Zustand kann auf einfache Weise erkannt werden, da in diesem Fall sowohl der elektrische Widerstand  $R_{\text{mess}}$  an der Füll-

standselektrode 141, als auch der elektrische Widerstand  $R_{ref}$  an der Referenzelektrode 142 sehr hohe Werte annehmen (Isolationswiderstand, im Idealfall unendlich hoher elektrischer Widerstand).

- 5 Ein eventuell noch vorhandener Flüssigkeitsfilm oder Tropfen von Reduktionsmittel 19 an den Elektroden beeinträchtigen die Messung nicht, da verglichen zum Eintauchen in Reduktionsmittel, weder eine dünne Schicht, noch Tropfen an der Oberfläche in den entsprechenden Bereichen der Elektroden wesentlich zur  
10 Leitfähigkeit beitragen.

Der Vergleich und die Auswertung der Werte  $R_{mess}$  und  $R_{ref}$  erfolgt im Dosiersteuergerät 9 in an sich bekannter Art und Weise. Die drei für den Fahrer des Fahrzeuges wichtigen Füllstände FS2 (voller Behälter), FS3 (Mindestfüllstand unterschritten) und FS4 (Behälter leer) werden vorzugsweise optisch am Armaturenbrett angezeigt.  
15

Falls im Fahrzeug eine kontinuierliche Füllstandsanzeige für das im Behälter 10 gespeicherte flüssige Reduktionsmittel 19 vorgesehen ist, kann die beschriebene Anordnung zur Füllstandsmessung in vorteilhafter Weise ergänzend eingesetzt werden. Eine kontinuierliche Füllstandsanzeige kann beispielsweise auf der Grundlage eines Rechenwertes des Dosiersteuergerätes 9 erfolgen. Da pro Dosierimpuls eine bestimmte Menge an Reduktionsmittel 19 in den Hydrolysekatalysator eingespritzt wird, kann bei bekannter Ausgangsmenge an bevorratetem Reduktionsmittel durch Aufsummieren der Anzahl Dosierimpulse auf den momentanen Füllstand im Behälter 10 geschlossen werden. Es muss also sichergestellt sein, dass zu Beginn der Berechnung des aktuellen Füllstandes der Behälter 10  
20  
25  
30 vollständig mit Reduktionsmittel gefüllt ist.

Die Kombination einer solchen kontinuierlichen Füllstandsanzeige mit der beschriebenen 3- Punkt Füllstandsbestimmung erlaubt folgendes Vorgehen:

Ist der Behälter 10 an einer nicht zugänglichen Stelle im Fahrzeug eingebaut und wird dieser mittels einer Pumpe befüllt, fließt solange Reduktionsmittel 19 in den Behälter 10, bis der Füllstand FS2 erreicht ist und daraufhin das Dosiersteuergerät 9 die Pumpe abschaltet und damit aufgrund des vollen Behälters 10 die Befüllung abbricht. Die kontinuierliche Füllstandsanzeige wird nun 100% oder die maximale Füllmenge z.B. in Liter anzeigen. Während des Betriebs des Fahrzeugs summiert das Dosiersteuergerät 9 laufend die dosierte Menge an Reduktionsmittel auf und berechnet daraus den aktuellen Füllstand. Erreicht der tatsächliche Füllstand die Schwelle "Mindestfüllstand" (Füllstand Fs3), wird dem Fahrzeuglenker signalisiert, daß beim nächsten Tankstopp auch Reduktionsmittel nachzufüllen ist. Zudem kann das Dosiersteuergerät 9 nun seine Berechnung mit dem tatsächlichen Füllstand vergleichen und gegebenenfalls die verwendeten Daten zum Durchsatz des Dosierventils 15 korrigieren. Wird beim nächsten Tankstopp kein Reduktionsmittel 19 nachgefüllt oder wird aufgrund besonderer Umstände schon vorher der Grenzwert "leer" (Füllstand FS4) erreicht, wird die Dosierung des Reduktionsmittels gestoppt, um ein Trockenlaufen des Dosiersystems zu vermeiden.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Bestimmen des Füllstandes einer elektrisch leitenden Flüssigkeit (19) in einem Behälter (10), insbesondere für eine Harnstofflösung in einem Harnstoffvorratsbehälter, wobei
  - 5 - der elektrische Widerstand ( $R_{\text{mess}}$ ) zwischen einer Füllstandselektrode (141) und einer Bezugselektrode (143) gemessen wird,
  - 10 - der elektrische Widerstand ( $R_{\text{ref}}$ ) zwischen einer Referenzelektrode (142) und der Bezugselektrode (143) gemessen wird,
  - aus den Werten für den elektrischen Widerstand ( $R_{\text{mess}}$ ,  $R_{\text{ref}}$ ) auf den Füllstand im Behälter (10) geschlossen wird,
  - 15 dadurch gekennzeichnet, dass
    - der elektrische Widerstand ( $R_{\text{mess}}$ ) zwischen der Füllstandselektrode (141) und der Bezugselektrode (143) und der elektrische Widerstand ( $R_{\text{ref}}$ ) zwischen Referenzelektrode (142) und der Bezugselektrode (143) punktuell ermittelt
    - 20 werden,
    - so dass sich der jeweilige Wert für den elektrischen Widerstand ( $R_{\text{mess}}$ ,  $R_{\text{ref}}$ ) signifikant ändert, wenn mindestens ein vorgegebener Grenzwert (FS2, FS3, FS4) für den Füllstand unter- oder überschritten wird.
- 25 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Unter- oder Überschreiten der Grenzwerte (FS2, FS3, FS4) optisch dem Fahrer angezeigt wird.
- 30 3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als Grenzwert ein Füllstand (FS2) gewählt wird, der einen vollständig mit Flüssigkeit (19) gefüllten Behälter (10) repräsentiert.
- 35 4. . Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als Grenzwert ein Füllstand



(FS3) gewählt wird, der einen Mindestfüllstand von Flüssigkeit (19) im Behälter (10) repräsentiert.

- 5 5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als Grenzwert ein Füllstand (FS4) gewählt wird, der einen leeren Behälter (10) repräsentiert.
- 10 6. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass bei Erreichen des Füllstandes (FS2) eine zur Befüllung des Behälters (10) mit Flüssigkeit (19) verwendete Pumpe abgeschaltet wird.
- 15 7. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass bei Unterschreiten des Mindestfüllstandes (FS3) eine Warn-einrichtung aktiviert wird.
- 20 8. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass bei Unterschreiten des Füllstandes (FS4) eine zur Dosie-rung des Reduktionsmittels (19) dienende Dosierpumpe (11) abgeschaltet wird.
- 25 9. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass bei Erkennen eines vollständig gefüllten Behälters (10) dieser Zustand zum Kalibrieren einer im Fahrzeug vorhande-nen kontinuierlichen Füllstandsanzeige verwendet wird.
- 30 10. Vorrichtung zum Bestimmen des Füllstandes einer elektrisch leitenden Flüssigkeit (19) in einem Behälter (10), insbe-sondere für eine Harnstofflösung in einem Harnstoffvor-ratsbehälter, mit jeweils einer elektrisch leitenden
  - Füllstandselektrode (141), einer Referenzelektrode (142) und einer Bezugselektrode (143), die innerhalb des Behäl-ters (10) angeordnet sind, wobei
  - der elektrische Widerstand ( $R_{\text{mess}}$ ) zwischen der Füllstands-elektrode (141) und der Bezugselektrode (143), sowie der elektrische Widerstand ( $R_{\text{ref}}$ ) zwischen der Referenzelektrode (142) und der Bezugselektrode (143) gemessen und als
- 35

Kriterium für den Füllstand im Behälter (10) herangezogen wird,

dadurch gekennzeichnet, dass

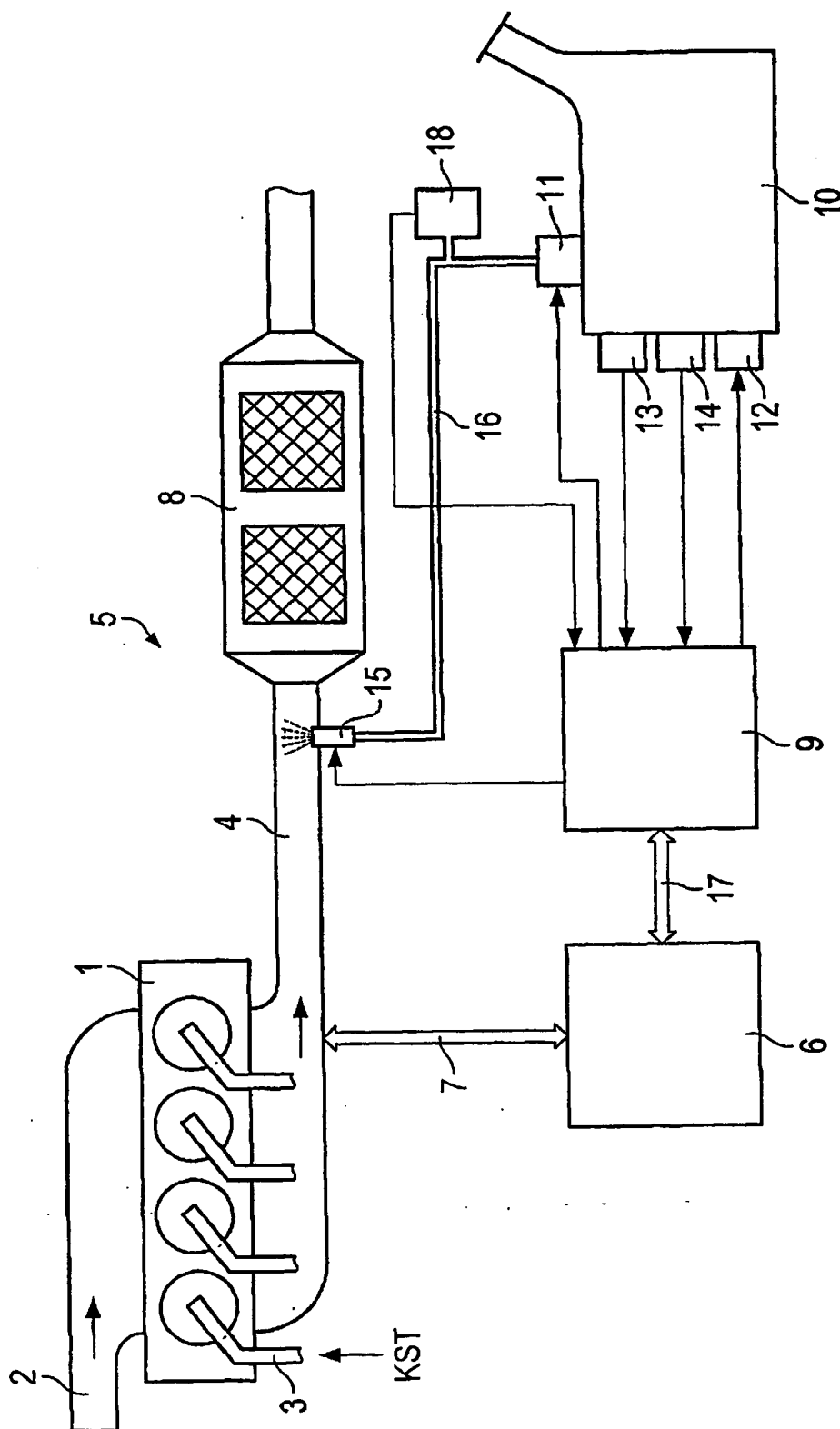
- die Füllstandselektrode (141) und die Referenzelektrode (142) teilweise mit einem elektrisch isolierenden Material (1411) umhüllt sind, so dass nur ausgewählte Bereiche (1412, 1413, 1421), entsprechend punktuell zu detektierenden Füllständen (FS2, FS3, FS4) elektrischen Kontakt zur Flüssigkeit (19) aufweisen, so dass sich der Wert für den elektrischen Widerstand ( $R_{\text{mess}}$ ,  $R_{\text{ref}}$ ) signifikant ändert, wenn die Flüssigkeit (19) diese Bereiche (1412, 1413, 1421) erreicht oder verlässt.
- 11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Füllstandselektrode (141) im wesentlichen entlang seiner Längserstreckung mit elektrisch isolierendem Material (1411) umhüllt ist und in einem, der Oberseite des Behälters (10) zugewandten unteren Bereich (1412) und in einem dem Boden des Behälters (10) zugewandten Bereich (1413) frei von isolierendem Material (1411) ist.
- 12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die axiale Länge der Füllstandselektrode (141) abhängig von der Höhe des Behälters (10) derart gewählt ist, dass der untere Bereich (1412) solange einen elektrischen Kontakt mit der Flüssigkeit (19) aufweist, bis ein Mindestfüllstand (FS3) unterschritten wird.
- 13. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass Die Lage des oberen Bereichs (1412) derart gewählt ist, dass er solange keinen elektrischen Kontakt mit der Flüssigkeit (19) aufweist, bis ein Maximalfüllstand (FS2) unerreicht wird.
- 14. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Referenzelektrode (142) im wesentlichen entlang seiner Längserstreckung mit elektrisch isolierendem Material

(1411) umhüllt ist und in einem, dem Boden des Behälters (10) zugewandten Bereich (1413) frei von isolierendem Material (1421) ist.

- 5 15. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die axiale Länge der Referenzelektrode (142) abhängig von der Höhe des Behälters (10) derart gewählt ist, dass der untere Bereich (1421) solange einen elektrischen Kontakt mit der Flüssigkeit (19) aufweist, bis ein Füllstand (FS3) 10 unterschritten wird, der einen leeren Behälter (10) repräsentiert.
- 15 16. Vorrichtung nach Anspruch 1 und 15, dadurch gekennzeichnet, dass das Volumen des Behälters (10) mittels eines elektrisch isolierenden Trennelementes (144) in zwei Teilmolumina unterschiedlicher Größe abgetrennt ist und der untere Bereich (1421) der Referenzelektrode (142) in dem dem Boden des Behälters (10) zugewandten Volumen liegt.
- 20 17. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass, die axiale Länge der Bezugselektrode (143) bis zum Boden des Behälters (10) reicht.
- 25 18. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Füllstandselektrode (141), die Referenzelektrode (142) und die Bezugselektrode (143) aus einem elektrisch leitendem Material bestehen, dessen elektrischer Widerstand deutlich geringer ist als die Leitfähigkeit der Flüssigkeit (19) im Behälter.
- 30 19. Vorrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektroden (141, 142, 143) aus Edelstahl bestehen.
- 35 20. Vorrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektroden (141, 142, 143) aus elektrisch leitendem Kunststoff bestehen.

1/2

FIG 1



2/2

FIG 2

